

銅綠金龟子的研究

葛鍾麟 張漢鵠

(安徽农学院)

一、前言

合肥位于北緯 31.8°, 东經 117.3°, 气候温和, 年平均温度 15°C, 年平均雨量 1,000 毫米, 无霜期 230 天, 适宜于害虫滋生繁衍。又因处在淮南丘陵地区, 土质属粘壤土, 存有不少荒地, 因而金龟子种类颇为丰富, 对林木、果树以及旱地作物带来不小损害, 其中尤以銅綠金龟子及朝鮮黑金龟子 (*Holotrichia diomphalia* Bates) 为最。而在果树林木方面, 更以銅綠金龟子发生猖獗危害严重, 在成虫发生期间, 果园、苗圃每年皆須連續夜战旬日以上, 如临大敌, 虽如此, 尚难保护树叶完整无恙, 每致果树生长緩慢, 或使果产量大大减低。鉴于銅綠金龟子的严重危害, 国内在系統研究方面做得还少, 我們为了达到防治消灭的目的, 自 1956 年起开始注意了发生情况, 1957 年正式进行了生活习性的观察, 并作了防治試驗, 到 1958 年为止, 得出了一些結果, 現在整理出来, 供大家参考。

二、飼育方法及用具

飼育金龟子較其他害虫为复杂困难, 尤其是在幼虫阶段, 非但不便經常观察, 且常因土壤干湿不宜而死亡。二年来在飼养中我們也曾有大批幼虫夭折于幼小阶段。

幼虫飼养, 我們是采用的室内玻璃方缸飼育方法, 即将幼虫置于玻璃方缸內, 缸內放置土壤及幼虫食料, 上加玻璃盖, 以防止水分蒸发, 同时将玻璃方缸收藏于木柜中, 以保持黑暗环境。

玻璃缸內的土壤采用壤土, 含有腐植质比較丰富的土壤, 其中并种植馬鈴薯块, 使生根鬚, 供应幼虫食料。土壤湿度为适中, 呈現良好的团粒构造, 手握可以成团, 松开稍加压研即行分散, 可以说湿润疏松, 含水量在 15% 上下。

玻璃方缸曾采用二种大小规格, 一种大型的长×寬×高为 15×10.5×16 厘米, 小型的 10.5×5.5×11.5 厘米, 前者作集体飼养, 后者个别分飼用。集体飼养每缸 5 只。缸內皆盛装土壤 2/3。

飼养的幼虫每隔 10 天抽查一次, 在越冬阶段停止检查, 但常常在三龄之后, 幼虫喜欢栖息于靠缸壁的底边相接处, 更多的生活在底角, 因而此时可以不必翻动土壤便可观察到幼虫的动态。而在翻动检查时为采用骨匙輕加剖拨, 搬移幼虫亦用骨匙挑盛避免碰伤, 特别是在幼龄阶段。至于食料的补充供应, 則視馬鈴薯块在缸內的生长情况而定, 每当土上部分死亡腐烂或約一月之久便行更換, 放入新的薯块, 留下老薯块的一些鬚根, 并噴入少許水分以保持土壤湿润。

飼养幼虫的主要关键在于幼小阶段, 土壤湿度要适中疏松, 土內含有丰富的腐植质及

鬚根,并宜少翻动。为此为了保持水分不易散失,我們采用了有盖、可以密闭的玻璃方缸,如有其他能保持土壤湿润的器皿当然也可。此外在集体饲养中,每缸所养头数不宜过多,因为幼虫有相互撕咬的习性,过多也难全活。

蛹的饲养,如果幼虫是在玻璃缸壁、拐角化蛹,即不必加以处理而继续进行观察。但为仔细观察起见,我們曾将老熟即将化蛹的幼虫,移置于直径9厘米的普通玻璃培养皿内,并放一块小马铃薯,另填塞八成湿度适宜(如幼虫)的土壤,留下可供活动的余地。整个放于黑暗的木柜中。由于玻皿扁薄,仅比老熟幼虫略厚,因而可以很好地观察到前蛹期、蛹期以及成虫初期种种演变。

饲养成虫比幼虫条件要求低,对羽化初期的活动情况、交尾、产卵期、交尾次数、交尾时间、产卵数量、成虫食性、食量、寿命等皆用前述大型玻缸进行观察。在缸内盛置湿度适宜的土壤6—7厘米厚,供给成虫白天潜伏、产卵,缸内投入成虫喜食的苹果树叶或枫杨树叶,按照上列不同的要求放入不同数量的成虫或♀、♂分饲,每天于傍晚前进行检查及更换食料,夜晚观察活动情况。至于成虫白天潜伏深度及产卵深度的观察,则采用直径×高为36×40厘米的筒形瓦缸,内放25厘米厚的土壤,土面铺设短小青草,缸口复盖玻璃,置于室内。也曾用50见方65厘米高的无底养虫籠置于室外空地上进行观察,结果后者管理检查困难,不如瓦缸、玻缸方便易行。

至于卵的饲养,为了观察方便起见,乃与多量土壤混和盛装于指形管中,用木塞塞紧,以防水分蒸发,从管外进行观察。也曾用前述饲养幼虫的小型玻缸将卵置于缸壁处以行观察。甚至即于原产卵的玻缸内每日翻动检查之。惟需注意,移动卵时必须使用骨匙,若用镊子一方面夹紧会有损伤,夹松容易掉落遗失或伤害。土壤含水量是影响卵期的主要因子之一,亦需注意控制。在研究中我们除观察土壤不同湿度与胚胎发育的关系而外,通常亦采用含水量15%左右的土壤饲养。

三、名称、分布及为害性

铜绿金龟子属鞘翅目、金龟子总科(Scarabaeoidea),丽金龟子科(Rutelidae),学名*Anomala corpulenta* Motschulsky。土名在蚌埠、淮北称为瞎碰(这也是金龟子的通称);无为称金妈妈,合肥名为打灯虫。

铜绿金龟子在安徽省的分布很广,根据实地了解,碭山、宿县、蚌埠市、淮南市、合肥市、六安、霍山、无为、桐城、郎溪、太平、至德、歙县、屯溪市皆有发生。而从这些市(县)的地理位置,可以推测铜绿金龟子遍布全省,不过各地为害的严重性各有不同。

铜绿金龟子在国内的分布情况还不够清楚,仅知江苏省的南京、扬州、泰兴、徐州一带发生很多,幼、成虫为害皆重。此外,在福建、江西、湖南、湖北、河南、山东、山西、辽宁、陕西、甘肃、青海初步了解也有发生。

此虫在安徽各地为害情况不一,在合肥地区主要是成虫对果树、林木的损害,北方则以幼虫为害作物幼苗为重,南方山区又以幼虫侵损树林苗木、茶苗为最,而省内果园里的苹果及梨皆常罹其害。

成虫在合肥一带是苹果、枫杨、白杨的大敌,每年6月份必须进行防治,不然树叶将被倾食一光,秃露枝干。如1957年合肥市西郊金斗乡农业生产合作社种植的3,000多棵苹

果树叶，即被全部吃掉，个别枝干的树皮也被啃坏。我院农场果园在 20 多亩 3—5 年生的苹果树上，虽然不断喷射药剂防治，在辅助以人工捕捉的情况下，前后 14 天也一共捕捉了 232 斤 12 两，每斤金龟子合 1,184 个，即捕捉 275,576 只，其中 6 月 13 日一夜便捉了 40 斤，又在一株一人多高的 3 年生苹果树上，枝条几乎全被金龟子爬满而略弯下，一棵小树上便捕得 305 只。所以当大发生时，只要一夜不加防治，便会暴食光秃，至少也变成残破不堪的状态，因而过去我院每当成虫盛发时，便得僱请临时工夜战不休，林场苗圃同样如此。

一般说来铜绿金龟子的成虫发生期集中，发生地又广泛，当盛发趋向一处为害时，势焰有如飞蝗，成为大害。果树、苗木被害后，严重地破坏了营养器官，对树木的生长造成极大不利，同时也影响了花芽的分化，致使生长缓慢，植株矮小，枝叶不茂盛，果产大大减少，带来巨大的损失。

四、形态概述

(一) 卵

次白色，初产时椭圆形，但偶而亦有长椭圆形不正常之卵粒出现，或呈飞蝗卵状，或一端尖弯似梨形，其粗仅及长 $1/3$ — $1/4$ ，有的竟达 4 毫米。不过在正常的情况下皆为椭圆形，大小根据 10 枚卵测定的结果，长径由 1.68—1.93 毫米，平均为 1.82 毫米，短径 1.30—1.45 毫米，平均 1.37 毫米。卵产后逐渐膨大，最后几近于圆形而略长，据考查将孵化之 10 枚卵粒，短径增大至 2.06—2.28 毫米，长径达到 2.37—2.62 毫米，平均为 2.19×2.51 毫米。卵色自初产至孵化不变，卵壳表面光滑在 40 倍扩大镜下始见微有刻纹(图 1;1)。

(二) 幼虫

幼虫通称蛴螬。本种蛴螬体中型，老熟的幼虫体长一般在 29.5—33 毫米之间，平均为 31.06 毫米(8 头平均)；头宽 4.91—5.30 毫米，平均为 5.01 毫米；体重 10 头平均为 0.91 克。幼虫体圆筒形且弯曲，多皱褶与短毛，乳白色，仅在腹部末端自背面观：由腹末第 3 节背侧部分起，连及末端 2 节全为泥黑色，且隐现蓝色；腹面观则腹末 4 节皆为暗黑色。

头部黄褐色，密生点刻，而额的前方粗糙，其两侧近触角处横列有少数皱纹，自头顶沿颊后侧与头额缝二侧各有一列刚毛向前延伸，触角基部附近刚毛较长而多，额的前沿横列有 8 枚刚毛，额的两侧中部各有 4 枚刚毛呈不规则状横向排列。整个口器及触角梗节色较深，呈浓黄褐色，上颚端半部尖形与上颚前关节处皆呈黑褐色，唇基梯形，其中央部具并列二刚毛，两侧又各有刚毛 2 枚。上唇心脏形、皱褶深，具细毛，尤以边缘柔毛为多(图 1;2)。触角 5 节，以第 3 节最长，约为 4、5 节之和；第 2 节与第 4 节近于等长；第 1、5 二节最小，约各为第 4 节长度之半(图 1;3)。

胸足淡黄多毛、爪呈黑色、气門黄褐色略呈马蹄状之椭圆形，气門框内开闭机构在静止时呈新月状，第 5、6、7、8、9 体节上的气門较小，而第 4、10、11 体节上的气門约大于前者一倍，第 1 节气門尤大，几为之三倍，第 1 节气門开口斜向后侧方，其余则均斜向前方。胴部多横褶，致各节背面被分成若干隆起，各节隆起数：第 1—9 节为 3，第 10 节为 2，而第 11 节以后无横褶与隆起。各节背面均具刚毛横列，唯其列数与刚毛长短互有不同：前 1—3 节每隆起上只一横列，毛长；第 4 节第 1 隆起 1 列，2、3 隆起各 4 横列，由此向

后逐节横列数有所增加,但毛轉短;第5—9节每隆起上横毛列即密集多达6列;第10节前隆起上尚有5列;自第10节后隆起至第12节背面才无短刚毛,且无褶,只前后各具一横列稀长毛;体末节亦如是,但毛多排列杂乱。至腹末节肛門背片則密生有短毛,而末端边缘生有长毛,直至肛門陷附近。肛門腹片上,在中部至体末之三角地带間,多鈎状刚毛,排成規則之肛毛列,其正中为二列黄褐色較长之芒状刺,均匀对称纵向横列,刺尖相互交錯有力,每一列約有芒状刺12—13枚,此刺列不再有短刺向前延伸,但保持有尖狭的空白小区,沿此小区及芒状刺列外围,为深黄褐色之短鈎状小刺、重重規則地列为6环,其中最內1—2环呈全环状,封閉着中央芒状刺列及其前方空白小区,其余环列鈎毛均呈大或小的缺环,围于中央芒刺列之后外方,直至肛門陷边缘,此外在鈎状刚毛占据的前方与側方,还散生有少数黄褐色的长刚毛(图1;4)、(图1;5)、(图3)。

幼齡幼虫的特征与老熟幼虫相似,惟只体长,头寬較小,腹末芒状刺的数量与排列情形略有不同而已,其区分見于表1。

表 1

龄 期	体长(毫米)	头寬(毫米)	腹 末 芒 状 刺
第1龄	7—13	1.46—1.95	腹末腹面芒状刺每列常少2、3枚,且因毛短二列不能相接
第2龄	16—22	3.03—3.19	腹末腹面芒状刺每列常少2、3枚,二列仅能相接或部分如老熟幼虫交接状
第3龄	25—38	4.20—6.11	

(三) 蛹

裸蛹。长椭圆形,土黄色,雄蛹长18.23—21.17毫米,寬9.96—10.22毫米;雌蛹长18.57—20.89毫米,寬9.66—10.35毫米。头圓形,向下斜置于前胸之下,背面观只能見及后头。前胸呈梯形,背片中央具纵沟向前伸达头顶,向后纵貫于整个蛹体背脊上。翅貼附于身体两侧,伸向腹面,但不相接触,前翅呈橄欖形,翅尖伸达腹部腹面第2节,翅面具4条寬带状隆起纵脊,后翅迭于前翅下方,翅尖外露伸达腹部腹面第3节,3对胸足皆曲折置于腹面,各对足左右都相接触,中足伸达腹面第一腹节,后足伸达腹末倒2节。蛹之腹部背面分为9节,腹面为8节,腹面第一节置于背面第3节下方,背面末节在腹面分为2节。而在第1—7腹节背面各节間沿中脊沟二側各有眼形凹痕一个,褐色显明。又1—8腹节背片二側边缘各具一黑色气門,前后排成直綫,其中以2、3、4三对清晰易見。蛹体表面則密生細小短毛,以腹末3节毛較长,体側毛短常反光視若背粉状。背板7、8、9三腹节最寬,且具稠密纵走之雨水冲刷状皺紋,第9腹节背片乃向后翻卷呈现出寬厚的边缘,背脊中沟穿过此翻卷部分終止于腹末节之腹面后緣(图4)。

此虫雌雄蛹显著不同,其区别在于:

雄蛹末节腹面中后方有一鰓状突起,突起的中后方具十字形凹紋(图2;1)。

雌蛹末节腹面平滑,仅在倒2节腹面近前緣处中央有細小的一飞鸟形皺紋(图2;2)

(四) 成虫

体卵圓形,中等大小。体长为17—19毫米,寬9.4—10.5毫米。体背自头部、前胸至翅鞘皆作銅綠色,且具細密刻点。头部扁圓,唇基梯形,都斜向前下方。复眼黑色,触角迭

片形，黃至黃褐色。前胸略呈梯形，長約為寬的 $1/2$ ，兩側向外成弧狀突出，前緣中央大部內陷，接納頭部嵌合，前胸除中央大部為銅綠色外，兩側邊緣并具顯明之黃色帶。中胸小盾板呈渾圓三角形小塊。前翅翅鞘近長方形，長約為寬的二倍，翅面除密聚點刻外，在中部還有 3 條明顯的縱脊，在沿外緣縱脊處亦成狹帶狀的黃色邊緣。胸足淡黃褐色，惟脛節部分深褐而帶栗紅色光澤，前足脛節外側成 2 齒狀，中足脛節中部生有兩排斜走小刺，前端有突距 2 枚。跗節 5 節，上生細毛，而以末節最發達。外露于鞘翅後方的腹節背片為黃至黃褐色，但常具幾分或多或少的綠色螢光，以至顯現成螢綠色斑塊。胸、腹部腹面乳黃至黃褐色，密生柔毛(圖 5、6)。

其雌雄性主要外形差異，歸納起來如下表 2。

表 2 雌雄成虫外形比較

♀	♂	備 註
1. 腹部腹面與胸部腹面的顏色一致，同為乳黃色	1. 腹部腹面顏色顯然較胸部腹面為深，呈老黃而帶褐色	區別明顯，易于掌握
2. 體型較寬且壯	2. 體型稍長	顯著性不夠，需多看有經驗后才易運用
3. 體背銅綠色，綠色程度較淡	3. 體背銅綠色，綠色程度較濃	由于不同發生條件之影響，有時也會有出入
4. 觸角各節皆比較短	4. 觸角各節皆比較長	不太明顯

五、生活習性

(一) 卵期

卵散生，自產出後經 9 天多開始孵化。在孵化之前，卵的外表起着明顯的變化，一方面逐漸膨大，一方面可見到卵內胚胎發育的演變。如 1957 年 7 月 8 日所產之卵，至 10 日便開始漸行膨大，同時在卵體腹面出現一長圓形白色塊似較濃厚的胚帶，此胚帶至次日增長成一長寬之帶，几占整個腹面，卵的體積增大也漸顯著。7 月 12 日卵仍在增大中，腹面之胚帶白色加濃，其餘部分呈透明狀，二者鮮明可分。胚帶且逐漸向一端延展生長，至 13 日即略變轉向上。14 日彎轉部達到卵長 $1/3$ ，而另一端加厚加闊，并在其上方背面，接近頂端 $1/6$ 處現出紅褐色邊緣之上顎，此時卵體更為膨大達到頂峯。此後彎轉之胚胎在頭后一段漸次顯現清晰，上顎也更加明顯，近頭一端內上方并現出完整之胸足，胚胎兩側分節也漸著，至 15 日晚便孵化。

卵近孵化之前膨大透明，虫體清晰易見，上顎赤色，邊緣略深特別明顯，幼體各個環節及棕色剛毛也可自壳外清楚看到，迄至孵化上顎不時活動，有時竟刺破卵壳而突出卵外，臨近出卵時，幼體則開始蠕動，并漸次頻繁，每隔 1—2 分鐘即活動一次，但有時亦作稍久之休息，由于幼體在卵內的活動，每致卵粒有所移動，且隨活動而使卵失去圓球形，呈拱突不正狀，經最後 2、3 次激烈蠕動後，卵壳終於破裂，自頭部唇基部分向后沿虫體兩側縱向裂開，當至腹部第 2 節背面更橫向開裂，此時虫體伸展，極力使腹部首先脫出卵壳，一面用上顎及前足撥刷腹末背面，一面乃將腹部末端捲伸直，往返運動，以求脫去卵壳，當腹部脫出後，即不時卷起尾端至頭方兩側，刷動胸背，使卵壳漸次脫下。自幼體在卵內蠕動至孵化完畢，幼虫脫出卵壳為止，先後經過達 45—60 分鐘，卵壳開裂至幼體完全脫出在 17 分鐘左右。

銅綠金龟子卵期之长短随温度及湿度而异,在湿度适宜的情况下,于6、7月間約在7—11天,大多为9天。至于卵的孵化率亦与湿度有关,不过通常在可孵化的湿度下孵化率皆近于100%。

銅綠金龟子在卵期胚胎发育过程中,由于有吸收外界水分,卵粒膨大成长的现象,因此土壤的干、湿直接影响了生长发育,輕則致使卵期延长,过分干湿便使卵粒干瘪或腐烂而死亡。

在1958年6、7月間,我們曾用不同的土壤湿度做过5次試驗,得出了明显的結果:試驗方法是首先采取普通壤土,放置于烘箱內烘干,研碎成粉粒状,再烘使成完全干燥。土壤自烘箱內拿出时,随即称称,避免久放吸收空气里的水气,称出一定数量(300克)后,放置于前述小型玻璃方缸內,然后加水成控制湿度。加水为采用一台秤上放玻璃板,干土倒在玻璃板上,用医用小型噴霧器噴水,一面噴一面翻拌,使加水均匀,当台秤称到加水重量时停止噴水,重新倒回玻璃方缸內,此时在缸口涂上凡士林以使盖口密合,避免土壤水分蒸发失水或吸收空气中水分增加其含水量。土壤在玻璃缸內悶放1、2日后,通过毛細管作用,再次使水分在土壤里均匀分布,而后进行孵化試驗。

試驗共分9种处理,即土壤含水量:0、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%及40% 9級。每次試驗采用当日产的新鮮卵粒,分散放置于靠近缸壁的土层下,逐日观察記載。

通过5次試驗,每一处理共做了39卵得出結果見表3。

表3 土壤含水量与卵發育关系

处理 (含水量)*	第1次 每缸6卵		第2次 每缸15卵		第3次 每缸5卵		第4次 每缸5卵		第5次 每缸8卵		总和	备 註
	孵化 卵数	孵化率 (%)	孵化 卵数	孵化率 (%)	孵化 卵数	孵化率 (%)	孵化 卵数	孵化率 (%)	孵化 卵数	孵化率 (%)	孵化率 (%)	
0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	土成干灰状
5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	略湿似香灰
10%	6	100	15	100	4	80	5	100	7	87.5	94.8	土松软不起灰
15%	5	83.3	15	100	5	100	3	60	8	100	92.3	較上更湿些
20%	6	100	15	100	5	100	3	60	8	100	94.8	如潮砂土
25%	2	33.3	13	86.6	5	100	4	80	8	100	82.1	呈小米大小团粒
30%	6	100	15	100	—	—	4	80	8	100	97.1	粘結成块
35%	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5	2.5	水饱和
40%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	土壤有相当多积水

* 土壤含水量是按照土壤重量計算加水而成,如含水量10%的土壤,即在300克干土內加入30克水。严格說来,实际含水量是偏低的,如含水10%的土壤按水土300克中含水30克計算,真正含水量仅9.09%。

从上表可以看出,适宜于卵孵化的土壤湿度为土壤含水量10—30%,在这一湿度下,卵基本上可以全部孵化。个别沒有孵化的卵粒可能由于卵本身有問題,或在搬移时碰伤所致。含水量25%处理中孵化率低的原因,則在于土粒粘結有些卵粒沒有按放妥当,致造成卵的周围有較大空隙因而干死。卵在土壤含水量0.5%的土壤里,一般放下后次日即行干瘪而死。35%、40%里的卵虽一时不死,終因水分太多而全腐烂。

为了进一步弄清胚胎发育与水湿的关系,曾又做了一些浸水及暴晒补充試驗。

1. 浸水試驗:

(1) 6月29日,將近2—3日內產出的33卵浸泡於清水中,分期檢查結果如下:

7月9日皆略膨大、胚帶明顯。

7月18日孵化出2只幼蟲皆死,取出成爛漿狀。

7月19日孵化出6頭幼蟲皆死,其中2只卵殼尚遺留於末端。

7月20日孵化幼蟲6只亦死。

7月21日其餘19卵外圍有糊膜狀,似青蛙卵塊。

8月7日剩下19卵全死。

(2) 7月8日如上方法浸下一批卵粒,每隔一定時日撈出5枚放置於濕潤的土壤中,分別觀察浸水時間長短對卵發育的影響,結果見表4。

表4 浸水對卵孵化的影響

浸泡時間	檢查日期*		7月18日		7月25日		8月5日		備 註
	孵化情況		孵化數	孵化率(%)	孵化數	孵化率(%)	孵化數	孵化率(%)	
1 晝夜	2	40	4	80					以上皆為7月8日浸水的第二批卵 此卵為7月12日浸水的第三批卵 同 上
2 晝夜	2	40	4	80					
3 晝夜	2	40	5	100					
4 晝夜	1	20	4	80					
5 晝夜	未查	40	5	100					
7 晝夜	未查	—	未查	—	2	40			
9 晝夜	未查	—	未查	—	3	60			
22 晝夜	未查	—	未查	20	未查	—			
									第一批6月29日浸水的卵粒

* 檢查日期為卵撈出後放入土中後的分期檢查日期。

2. 曝曬試驗:

(1) 為了研究乾燥對卵的影響,6月25日下午4時左右,復又做了卵粒在陽光下曝曬試驗。試驗時將卵置於盛有一層薄土(較干)的培養皿內,安放於土表,共20枚。當時溫度為36.6℃、濕度49%,結果見表5。

表5 卵 暴 曬 試 驗

時 間		卵 變 化 情 況	備 註
時	分		
15	55	開始曝曬	挑起5枚干癟一半的卵粒放入濕土內
16	00	剛產下不久未膨大的小卵,開始一側癟凹	
16	02	小卵全癟,已膨大的大卵開始干癟	
16	05	小卵顏色轉暗,大卵也干癟一半	
16	09	大卵也開始色澤轉暗,小卵已成乳黃色	
16	12	大卵大多也成乳黃色,兩側皆癟入	
16	23	此間變化不大,嚴重的呈皮壳狀	
16	30	同 上	
			收回2卵放入濕土中

(2) 与上同时在屋蔭下也作了卵暴露試驗,其間温度为 32.8°C 、湿度 58%,結果見表 6。

表 6 卵 暴 露 試 驗

时 間		卵 变 化 情 况	备 註
时	分		
15	50	暴露	全部放入湿润的土壤中
16	00	小卵开始下瘪	
16	03	小卵全部一侧瘪凹	
16	08	小卵一侧干瘪一半	
16	15	小卵一侧深凹,卵色暗	
16	28	变化不大	

经过暴晒收回放入湿土中的卵粒,間隔了 9 天至 7 月 4 日检查,暴晒在阳光下于 16 时 5 分收回已干瘪一半的 5 卵,孵化了 3 只,另有 2 卵遺失不見未悉,其余在試驗結束时收回的干瘪虫卵全皆死亡,未能孵化。

在这一系列的补充試驗中,进一步說明了卵对环境有一定的要求,但是也有它的可塑性。从浸水补充試驗(2)里,可以清楚地看出,虽然在清水里浸漬了几天,但是对胚胎損害并不大,仅不过发育緩慢,一旦获得适宜的环境仍然可以发育成为正常的幼虫,表 4 也具体地指出了浸泡 5 昼夜的卵粒,孵化率仍然是 100%,浸泡了 22 日还可以孵化出幼虫,并且即使一直浸泡在水中,胚胎也是在不断地成长,仅不过延緩減慢 5 倍,42.4% 的卵粒还是长出了幼虫,当然在环境恶劣得超过了它的忍受能力的情况下,这些幼虫发育是不健康的,最后終致死亡。

至于浸水試驗似与前一土壤含水量試驗中的 35% 与 40% 两处理結果存在矛盾,其实质仍属一致。在前一試驗中的卵粒也稍略膨大和浸水的卵粒一样,不过因为最后終於腐烂,沒有孵出正常的幼虫,而作死亡統計故。

暴晒試驗相反地說明了另一問題,首先表明卵在干热的环境下很快的就会死去,经过暴晒 10 分钟以上或虽然蔽蔭,但是由于干热空气的影响,25 分钟以后也同样如此。而其中已吸收水分膨大的卵粒死亡得比較慢些。由此也可看出卵对干燥还是有一定忍受能力的,只要失水不超过一半,卵的瘪凹程度在一半以下,色泽不轉暗,遇到适宜的环境仍会恢复生长发育。

同时必須指出,在最适湿度外的較干、較湿的适宜湿度范围内,卵期要比在最适宜的情况下为长,此长短当与具体湿度有关。并且在較干的条件下,卵膨大的程度要小些,孵出的幼虫虫体也較小,似乎不够健康,不甚活跃而易夭折。

通过这些試驗給我們提出了一种防治方法的理論根据,即在成虫产卵期間进行中耕暴卵可消灭此虫減少发生数量。同时成虫产卵期間可根据天气的干旱、霪雨来預測明年的发生数量。不过这两点还得作进一步的研究才可运用。

除了湿度而外,温度对卵也起着很大的作用,明显地影响着卵期的长短。从 1957、1958 年的观察中都說明了这个問題,在湿度适宜,一致的情况下,于 6、7、8 月間所产的卵粒,由于温度的不同,卵期出現了 7—11 天不等的現象。如以 1957 年为例(見表 7),在 6

月底所产之卵，卵期皆在 11 天，7 月上旬为 10 天，后期的仅 9 天，7 月中下旬的则短至 8 天，其中 20 号左右的卵粒因为气温最高只有 7 天。而从 1957、1958 两年的 17 份卵期的资料整理所得的表 8 看来，按照卵期内日平均气温总和的平均日温数，在 30°C 以上的温度下卵期为 7 天， $29-30^{\circ}\text{C}$ 为 8 天，卵期 9 天的是在 $26.4-29.5^{\circ}\text{C}$ 之间，10 天为 26° 多， $25-26^{\circ}\text{C}$ 则需 11 天。表现了卵期长短与气温成正相关，几为直线上升趋势。

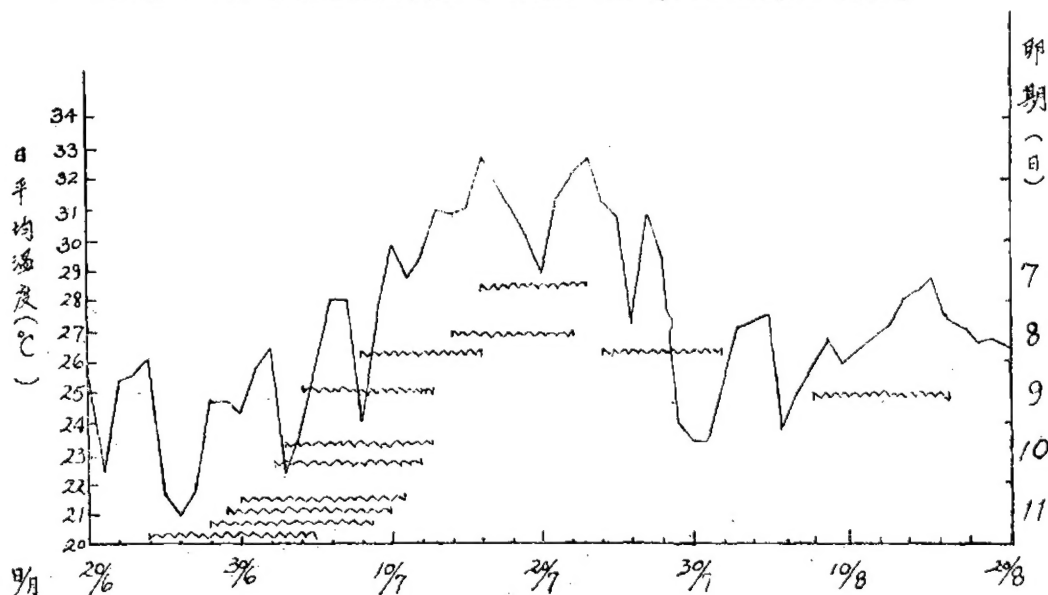


表 7 卵期与温度的关系

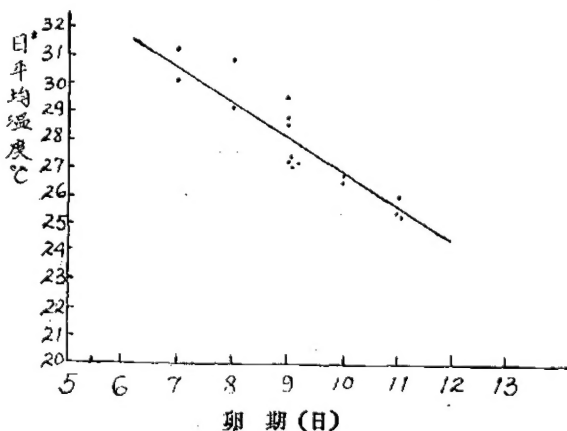


表 8 卵期与温度的相关情况

* 卵期内各日日平均温度相加后的平均数。

(二) 幼虫期

刚孵化脱出卵壳的幼虫，皆作短暂休息，静止蛰伏 30—45 分钟方始爬行、钻移，而更大的迁移活动还在孵化一日之后。幼虫初孵出全体呈乳白色，只上颚及下颚尖端为棕红色，而后逐渐加深，半小时以后头足方由黄转成黄褐色。

在普通适宜的温、湿度情况下，幼虫在土中的迁移并无一定方向，仅与寻找食料有关。

及至覺得食料丰富的場所,幼虫便停居下来,作环形活动筑成巢穴,栖息于其中。而在土穴里除去取食而外,平时很少活动,仅間或以头部后仰,抵住巢室,胸部肌肉收縮,使胸部向腹面上方拱起,腹部前移,再依靠腹背刚毛着土,头胸部得以向前伸移。幼虫在休息时,触角多由口器两侧下垂,3对胸足向前曲伸,虫体折合成“U”字形,腹面上下相接,头部上顎紧嵌于腹末肛門陷內,靜止不动。常常当翻开土块仍可見到如此状态之虫体,使劲方可将头尾拉开(图7)。但当騷扰触动后,卷縮的虫体便由腹部肌肉收縮,将头胸部昂起,經片刻才放下,而稍事移动后恢复靜伏。

幼虫活动,当在土面爬行时,为将全体伸直摆平,依靠3对胸足爬行,同时触角向两侧张开。如在土內钻移,則触角伸向前方于靠近头壳处,乃以头足耙土,逐步钻移。首先用头部由上向下后方耙动,同时上顎向外张开,在拨土过程中逐渐合攏向后,如是以将头前土粒拨向下后方,而当头部将行再次向上作第二次耙土时,第一对胸足便伸向头后繼續耙土向后拨动,中后足也依次进行,而且在胸足耙土的同时,腹前、中部收縮,略向上拱,致使尾端前移,至尾端定下着力时,中部肌肉松弛,使虫体得以向前呈波浪式推动,結合胸足耙土,而使体躯向前移动。

銅綠金龟子的幼虫和其他螻蛄一样,散居土中。由于散居的关系,在遇有其他昆虫甚至同种幼虫即行嚙咬以行自卫,在手中也常有咬手現象,尤以成长幼虫为最。过去称此現象为自相殘杀的习性,实质不然,为属独居习性自卫的表现。

幼虫在作物生长的温暖季节里,生活于土表2寸范围内,潛伏于作物根部四周,不断取食生长,只有当化蛹及越冬时,才行下移迁入土壤深层。但在牛馬糞堆內,即使是早春也常見有幼虫栖息于土面与糞块間的情形。越冬幼虫通常至下霜后,土表温度下降到 10°C 以下迁于6寸左右深处蟄伏冬眠,直至次年3月底4月初春暖土表温度上升后,再行回升表土。如1957年11月16日調查,当时天气温暖,表土5厘米深处土温为 15°C ,因而幼虫仍然留在表土內为害麦苗,但当11月28日寒流侵袭,5厘米深处土温下降至 6.8°C 幼虫才行下迁,到12月上旬全部蟄伏在6寸深层过冬。不过次春須待表土温度上升平穩后才行上移。在1958年3月19日調查中,5厘米处的土温虽已达到 11°C ,幼虫仍在蟄伏中,直至3月29日才陸續升迁土表。幼虫在越冬阶段是不再取食的,因而腹部末端泥黑色減淡,仅呈隱現狀,体色亦稍变黄,如临近化蛹前之色泽。

幼虫食性很杂,在很多作物田內发生,举凡林木、果树、蔬菜、作物及杂草均取食为害,仅不过嗜好程度不同而已。根据田間初步調查在幼虫阶段为害的植物計有6科8种,見表9。

幼虫在取食馬鈴薯、甘藷、芋等块莖、块根作物以及花生果时,属钻蛀性为害,由于这些寄主被害部位較大,幼虫得以钻入其中取食,不过自被害的甘藷、馬鈴薯来检查、虫孔亦仅半寸多深,从未見到深入中部为害的幼虫。而对小麦、大豆等作物的为害是取食其根部,小麦在幼苗期間,常因在土下接近根部的莖稈被咬断而枯黃,大豆的根部亦为其取食的对象。至于林木等幼苗如当年生茶苗亦属根莖被咬断而致地上部凋萎死亡,其他木本同为根部被害致死。

幼虫为害以春秋两季較为強烈,主要由于春季正是幼虫越冬后,化蛹前需要营养发育阶段,秋季是新一代大力生长时期,同时春秋二季也是作物幼苗生长期,两方面的結合,

表 9 幼虫食害的寄主

科 別	種 類	學 名	為 害 程 度
茄 科	馬鈴薯	<i>Solanum tuberosum</i> L.	+
旋花科	甘 藷	<i>Ipomoea batatas</i> Lam.	+
天南星科	芋 薯	<i>Colocasia antiquorum</i> Schott	+
豆 科	大 豆	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	+
禾本科	小 麥	<i>Triticum sativum</i>	+
豆 科	花 生	<i>Arachia hypogaea</i>	++
山茶科	茶	<i>Thea sinensis</i> (L.) Sims.	++
禾本科	玉 米	<i>Zea mays</i> L.	+

便形成大害,也由于这一点在安徽各地銅綠金龜子的為害對象及程度各有不同。

由于幼虫对作物有好恶之分,因而不同作物的田間发生数量也不同,根据几次調查通常以馬鈴薯、甘藷、花生等田內最多,其他田块內比較少,不过以成虫不加取食的林木地最少,如桃園及法国梧桐苗圃等,而以幼虫嗜食的牛馬糞堆、垃圾堆下特別多,施用未腐熟厩糞肥田也比別的田块為盛。在土質方面則以沙壤土為最,粘壤土較少,可能是由于砂壤土便于幼虫活动潛行之故。

銅綠金龜子幼虫的糞便与朝鮮黑金龜子不同,在越冬前的三齡幼虫,排出的糞便呈長圓形,一般長軸×短軸在4×1.7毫米左右,而朝鮮黑金龜子同期幼虫糞便為圓筒形,显得粗短,大小为2.5×1.5毫米。糞便本身細膩光滑,表面微現凹凸不平,而以兩端凹凸為甚,色澤如土,初排出的糞便因含水量較多,較土色略深、久后变淺、堅实,跌落不碎。

在幼虫阶段,于老熟期間曾发现一种蜂类天敌寄生致死。1958年6月上旬在野外即发现有两只被寄生的幼虫,蜂子已在其体外結成蛹茧,蛹茧呈長圓形長約1.5厘米,寬約0.5厘米,黃褐色,絲質相当厚,由外看不出蛹体。不久曾羽化出一只成虫,但由于不慎遺失,可惜未能鑑別出种名。

(三) 蛹期

幼虫老熟后便鑽入土壤深层准备化蛹,据野外多次調查21个蛹的化蛹深度各自10.2—22.5厘米不等,平均为16.7厘米。化蛹深度也与土壤湿度有关,一般在土壤湿润时較淺,干燥情况下較深。蛹化于蛹室中,蛹室為長橢圓形,內壁光滑,長×寬在2.3×0.8厘米左右,橫筑于土中,头稍下傾(图8)。

老熟幼虫在化蛹之前食量逐漸減小,腹部末端泥黑色也漸減退,及至停食后仅隱約可見,同时腹部末节背面出現縱走皺紋,整个虫体逐漸縮短,停止了活动,腹部向上不再折曲,仅末端略向上弯轉(图9)。而后漸次腹末皺紋加深,并且在兩側凹腐成洼,不久便脫皮化蛹。如7号幼虫在6月4日取食正常,腹部末端尚呈泥泥黑色,至5号仅取食少量,泥黑色有所減淡,6号未取食腹末泥黑色更行減退而隱現,7日略取食,8—10日未取食,体色未变,但末节背面开始腐凹,11日略食,能爬行,12日略食,腹末出現縱走淺紋,13日未食皺紋加深,虫体腹面向上,虫体縮短,稍事弯曲不再爬动,14—16日腹末縱皺加深,益行腐凹,末节呈半透明状,皮层下的虫体縮短半节,至17日上午8时便化蛹。各虫自停止爬动,腹面向上,体形縮短至化蛹,为时概在3—5天。

前蛹期中的幼虫,在脫去最后一次皮化蛹之前,体更縮短,整个几近于伸直仅末端略

弯,而末端复由于虫体收缩,原体壁空瘪,致折褶于体末,此外在腹部两侧也随着蛹体的形成,使原有贯穿于腹部8对气孔间的纵走气管干,离开蛹体成为白色的带状,此时虫体已很少活动,有时仅作弓形反复伸缩,至最后中胸背面便因蛹体蠕动而沿背中綫纵向破裂,裂縫向前后伸展,一直破裂至头壳,且再沿头顱縫纵向裂开,迄至唇基为止,后方则达于末端近折褶处(图10)。但是化出的蛹体并不脱离旧皮,且因老熟幼虫腹面向下匍匐化蛹之故,幼虫旧皮向上环抱恰好作为蛹体的保护壳,其后蛹体仅在壳内上下翻轉(图11)。

初化蛹体为乳黄色,仅复眼色略暗,不久复眼、头胸部及附肢变成老黄而带有褐色,腹部颜色也稍加深。至第3日复眼颜色较头部他处为暗,此后逐渐加深。7日后复眼已由暗褐色轉成黑色,翅足色泽也比过去深些。第8天翅足褐色成分更浓。第9天前胸背板开始現出綠色,綠色色素不断增加,鮮明,尤以两侧为最,头胸及翅足的褐色成分也有所增加,特别是胸足轉暗,不久至第10天便羽化。

蛹期一般在6月上中旬,化蛹盛期为10天左右。但是蛹期的长短与温度有着密切关系,常随气温高低相对地短长。根据1958年統計,5月10日所化之蛹需20多天才羽化,此后縮短至14、11、10天,在6月20日左右,因气温最高更縮至9天(詳見表10)。一般在蛹期內,日平均温度在 27°C 以上时蛹期为9—10天; $25-27^{\circ}\text{C}$ 为11天; $23-25^{\circ}\text{C}$ 为14天; 22°C 左右为21天; 20°C 则为22天。当然这仅是一近似数,因为蛹期內气温高低

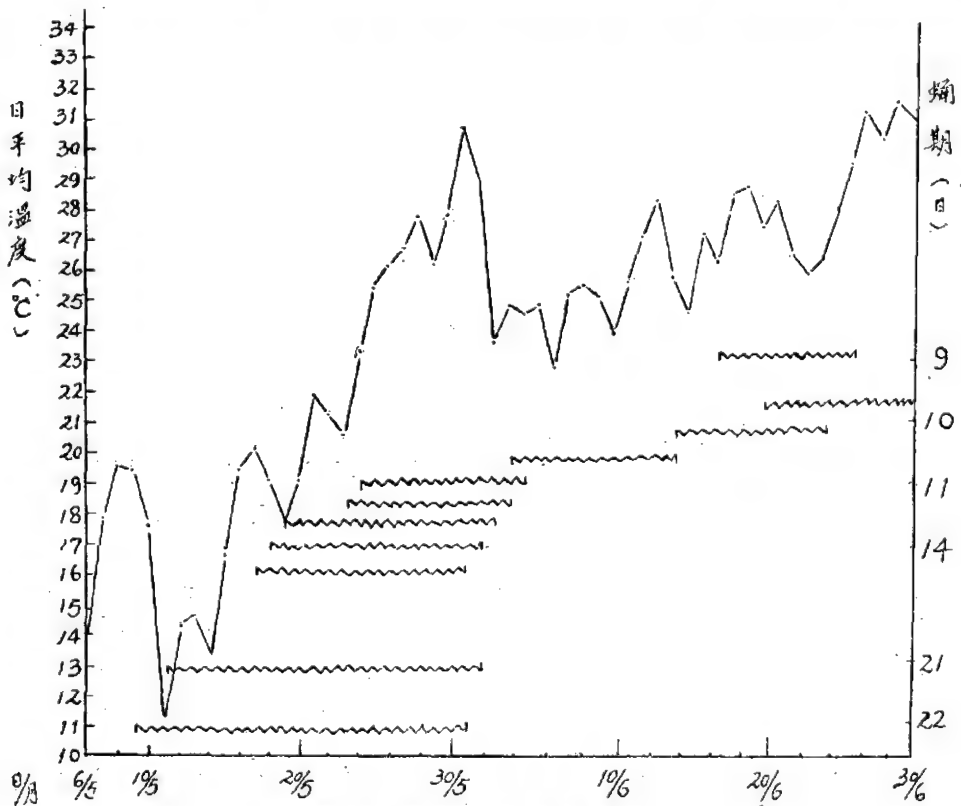


表10 蛹期与气温的关系

变动也有关系,不过由表 11 可以看出随着温度升高蛹期縮短且成正相关,为成直綫上升的趋势。

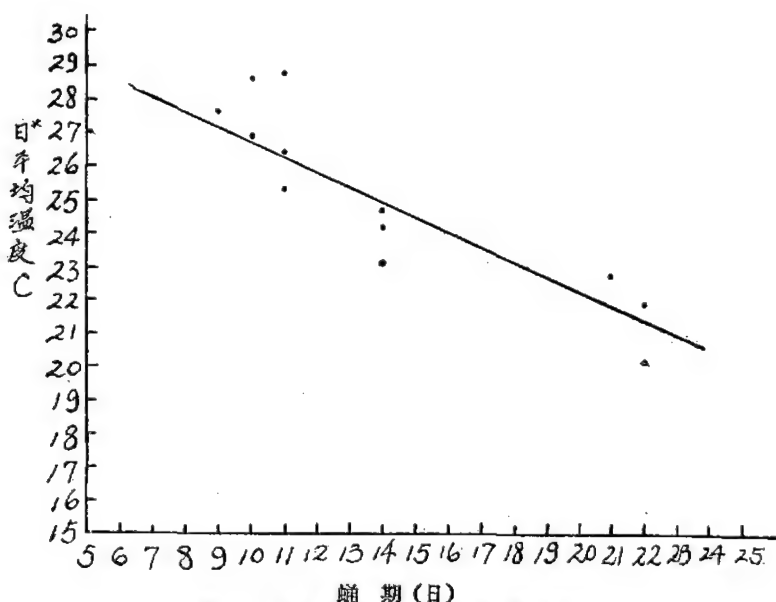


表 11 蛹期与气温的相关情况

* 蛹期内各日日平均温度相加后的平均数。

(四) 成虫期

由蛹羽化出成虫,同样为自蛹壳背面开裂,首先脱出头、胸部,而当前半部脱出后,便借着前中足向前爬行,后足曲向腹背环抱向后抹动,以使腹部脱离蛹壳。通常自蛹壳破裂至成虫完全脱出为止,需时 10 分钟左右。

刚羽化的成虫,常由体内排出蛹体成长过程中废余的体液——蛹便,此种体液由于粘和的关系每每结成珠状。而以虫体来说,初羽化的成虫头部、前胸背板、小盾板以及胸足在色泽及形态上皆属正常,惟有腹部胀大以至鞘翅显得相对短小,只达腹部腹面第 4 节的背板末端,同时前翅色浅白,后翅露于前翅之下。其后,成虫腹部逐渐收小,经 10 分钟鞘翅开始隐现出淡绿色光彩,25 分钟后,后翅展平,但其上仍有水珠,直至 1 小时后方才干燥。再经历 2 小时后翅全部收置于鞘翅下,而羽化后至第 4 小时腹部收缩近于正常,仅有 2 节露出鞘翅之外。与此同时,前翅的颜色也逐渐加深转变,由淡黄褐泛现出青绿色,逐渐绿色加深,8 小时后接近于成虫。前胸背板、小盾板绿色也变鲜艳,至 9 小时已与成虫无甚差异,12 小时后在鞘翅末端仅见到腹部一节多。

成虫羽化脱下的蛹壳仍遗留于化蛹时脱下的幼虫皮壳内,垫于体下,而羽化出的成虫也暂时蛰伏于其中不动,仅不时用前足拨动口器,后足抹擦末端,直至羽化 5 小时后才能迁移,但是此为在亮光下观察的现象,是由于环境不相宜而钻入土中的结果,如原先在土中化蛹羽化的成虫则活动较迟,大多在 2、3 天之后才爬离蛹壳,再过 2、3 天开始取食。不过也常受到温度的影响,往往早期羽化的成虫,活动及开始取食的时间距离羽化期要长些。

铜绿金龟子和其他金龟子一样是在夜间活动,白天蛰伏于土表。成虫每晚当太阳降落至地平线以下,即开始钻出泥土,但是此时还相当明亮,因而钻出的成虫并不立即飞往

寄主,仅不时将前翅张开,后翅振动于原地飞扑,或打圈轉,似行整理四翅,随后作短距离2—3尺远的飞翔,通过这些准备动作,便靜止等待直至天黑,才飞往嗜好的寄主,此时靜立于田野間、常可听到惊空而过的嗡嗡飞翔声。聚集于寄主上的成虫交尾、取食一直活动到次晨,当天色朦亮50米內隱約可見,方大批离开寄主,飞回四周土中蟄伏潛藏。迄至太阳将出地面之前已是絕迹。这一行为皆在很短的时间內完成,足見此虫对光綫具有強烈的敏感性。而根据照度計的測定,北京時間(6月中旬)19点15分太阳降至地平綫下,光照強度为650米烛光,是成虫开始出土活动时间,19点30分照度60米烛光,开始飞向寄主,迄至大肆活动向寄主迁移則在19点38分15米烛光时。次晨4时15分为大量飞回表土潛伏時間,此时光照強度还在0米烛光,而至4时40分5米烛光时,留在树上的成虫已是少数,当光強增至305米烛光太阳将露出地面时,寄主上已找不到銅綠金龟子,全部轉入土下了。由此可以看出成虫活动光度是在60米烛光以下,并以0度以下为最适宜。

此外,我們曾将成虫在室內进行了試驗,发现飼养在盛有半玻璃方缸土壤(大型玻璃缸),土表插置枫楊树叶环境下的成虫,由于玻璃放置于不透光的木板櫥內,即使在白天也經常发现成虫栖息于土表树叶之上,有时更行取食。但是一旦把櫥門打开,不久成虫便鉆入土中,当然也有些成虫当取食飽餐之后,虽然暗藏仍然潛伏于土表树叶之下,或表土之內。这些也說明成虫白天所以潛伏土中,其中很大原因是由于強光刺激所致;另一方面也說明成虫有趋触性,飽食休息期間喜欢接触它物隱藏。

白天成虫隱藏的場所,多在表土1、2寸範圍內,且喜在草根下,也有少数即潛伏于土表叶片或其他可隱避之处(參閱表14)。在土中的成虫头部斜向土面,散居。而成虫入土則用前足交換,将头前土粒耙开,逐漸鉆入。

成虫在夜間活动期間,首先进行交尾,其后才是取食。而每晚雌虫起飞后径直飞上树叶,稍行移动择好位置便行靜止,等待雄虫。雌虫在等待期間必将两后足在腹部两侧反轉向上,跗节更向上蹶起,并且不时用上蹶的跗节环抱腹背向后拂撫,至肛門为止,有时腹部末端也蹶向上方,大有等待之意。雄虫飞来后,先在树木四周匝繞寻覓雌虫,或停下四处爬行寻找,不遇再行飞迁,一旦覓得对象,立即爬上雌虫体背,伸出阳具,同时腹末引伸而向下弯曲,使得阳具轉向下前方,用以触动雌体以求結合,而在雄虫爬登雌背时,雌虫使用后足蹬动,将腹部末端时时弹起且张开,俾便接納阳具,經雌雄虫多次調整姿勢,不久終于結合,呈二重式交尾,雄虫抱伏于雌虫上后方(图12)。在交尾期間雌虫靜伏不动,后足放下,但触角伸出,时加摆动,雄虫則常有左右摆动,或因下滑而有上爬以行重抱之动作,前中足或作撫摸状,平息时触角不伸出,仍縮于头下,經半小时后交尾結束。雄虫即爬上雌体背面,雌虫略行騷动便平息,再过2、3分钟雄虫离开雌体,四处爬动形似不安,而后迁于他叶或飞去他树,雌虫則就近开始取食。

雌虫在交尾期間一般不动也不取食,但偶而有遇匍伏叶緣的机会,即行餐取。如在交尾期間,雌虫沒有找到对象通常径直停伏不动,后足蹶起靜待雄虫来临,直到交尾時間过去,大多进入取食阶段,方才收下后足一同取食。至于雄虫則不断四处找寻对象。在交尾期間偶而也可見到雄虫成为第三者向正在交尾中的虫体爬去,此时雌虫便以后足弹踢加以驅逐。而在自然情況下,一般雌虫夜晚飞往寄主似較雄虫为早,很少見到沒有交尾的雄虫,在等待交尾中的雌虫則累見不鮮。可能由于雌虫发生数量多于雄虫之故。

交尾多在嗜食的寄主上进行,但是每每在并非食料的桃树上,或在可选择情况下不加取食的杏、梨等树上也可見到个别交尾的虫体,同时交尾的成虫匍伏位置也不一定,或在叶梗、或在叶面甚至至叶背,可見成虫的交尾場所并不十分严格。正在交尾中的雌雄体通常結合很牢,虽用手摘取也不致拆散。

成虫交尾時間經許多次观察,大多在半小时左右,晚 7 时半以后开始交尾,8 时前是交尾盛期,随后逐渐散离,过了 8 时 1 刻便很难找到交尾的虫体,此时已全部进入取食阶段。而在取食阶段成虫也很少飞迁,直达天明。成虫取食大多停駐于叶背,也有爬伏于叶面者,二者皆自叶緣开始,头部安于缺刻之上略为偏斜,以一上顎跨越叶緣,另一在內緣以行取食。向叶片中央嚙咬,致使叶片形成缺刻、或呈不規則的曲帶状;严重时只剩下叶片主脉,整个植株光秃(图 13)。而在取食期間当大量发生时嗤嗤有声,树下遍布黑色粪便,一夜功夫便可将树叶吃光,造成严重的危害。取食时在可能条件下,常选择一人多高的植株落下,树冠突出的枝条首先被害,但在有风之日常避向背风的一面,树梢上則很少停留。

成虫交尾、取食等活动与风雨有关,在大风大雨期間或大雨之后成虫很少出現,当蒲福氏風級达 3 級以上,活动的虫数便显著的減少,仅在小雨时或大雨后有少数活动,大雨成虫便絕迹。又温度低落也会影响成虫外出,当温度降低至 22℃ 成虫便不活跃,而以天气晴朗无风,或悶热之夜成虫活动最盛。

銅綠金龜子在成虫阶段,因需要不断补充营养,因而和幼虫一样給作物带来巨大的損害,并且在合肥地区危害胜过幼虫,成为林木的大害虫。成虫的食料是很广泛的,根据室內調查和室內飼養試驗发现有下列科种(表 12)。

表 12 成虫取食植物的种类

科 名	种 名	学 名	嗜好程度
薔 薇 科	苹 果	<i>Malus prunifolia</i>	+++
薔 薇 科	梨	<i>Pyrus scrothna</i> Rehd.	++
薔 薇 科	杏	<i>Pyrus armenaca</i> L.	+
胡 桃 科	枫 楊	<i>Pterocarya stenoptera</i> DC.	+++
楊 柳 科	白 楊	<i>Populus tomentosa</i> Carr.	++
楊 柳 科	柳	<i>Salix babylonica</i> L.	+
榆 科	榆	<i>Ulmus pumila</i> L.	+
紫 葳 科	梓	<i>Catalpa ovata</i> Don.	+
壳 斗 科	櫟	<i>Quercus acutissima</i> Carr.	+
苦 木 科	臭 椿	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	+
法国梧桐科	法国梧桐	<i>Platanus orientalis</i> L.	+
葡 萄 科	葡 萄	<i>Vitis vinifera</i> L.	++
大 戟 科	蓖 麻	<i>Ricinus communis</i> L.	+
大 戟 科	烏 柏	<i>Sapium sebiferum</i> Roxb.	+
大 戟 科	重 阳 木	<i>Bischofia trifoliata</i> Hook.	+
禾 本 科	玉 米	<i>Zea mays</i> L.	+

在自然情况下,首先取食苹果及枫楊,其次为害葡萄及白楊,在这些作物缺少的地区,梨也是为害的对象,在合肥地带这些树木每年皆需进行防治。

成虫自羽化后 5、6 天开始,直至死亡前夕为止,不断取食。在此期間除去偶而間或出現一天不食外,其他仅不过日食量有大小不同而已。一般成虫的食量很大,据 10 头成虫

14 天平均統計,在飼養楓楊樹葉情況下,每天要取食 0.39 張中等大小的葉片,一夜間一只最多吃掉 1 張葉片。又據飼養統計,一頭成蟲自羽化至死亡要消費 12.5 片中型楓楊樹葉。因此在適宜於生長的地區,當大發生時,給果園及苗圃帶來的災害及凶猛情況,有如秋風掃落葉,可與蝗蟲相比。

此種成蟲具有強烈的趨光性,一見燈火便飛向撲往,因而在蚌埠及淮北農民稱為瞎碰,合肥以打燈蟲名之。但成蟲趨向燈火經數次觀察,每晚始自 8 時 10 分之後,亦即交尾之後,在此以前,雖將誘蟲燈點起,從未見到有蟲飛來。這一點在使用燈火誘殺中須得注意,燃點不宜過早。

由誘蟲燈誘得的成蟲經分析,雌蟲數量皆多於雄蟲,有時竟多至數倍,如以 1958 年 6 月 21 日至 7 月 5 日資料為例,便可說明(見表 13)。

表 13 誘蟲燈下雌雄性比

性 別	日期(日/月)	蟲 數														總 和
		21/6	22	23	24	25	26	27	28	29	30	2/7	3	4	5	
雌 蟲		67	3	24	40	19	15	24	5	11	3	1	41	19	12	284
雄 蟲		18	2	12	14	8	7	8	3	4	—	1	34	13	9	133

根據這一資料,以及在傍晚成蟲交尾期間進行觀察,經常見到等待交尾的雌蟲,同時由室內飼育中得到的 17 只成蟲,雌雄性比為 11:6 看來,發生的成蟲似以雌性為多,且可能多至一倍,具體比例當還須進一步考察。

此蟲也有偽死性,用手觸動即會假死落地,如果突然猛烈搖震樹干,也會使其跌落。落地後的成蟲,通常要翻轉身體,稍事爬行,然後飛脫,因而在人工捕捉防治中,可以採用震落法結合腳踏消滅以提高效率。

根據飼養觀察,成蟲羽化後要經過一個多星期才行交尾,交尾後隔 2、3 日開始產卵。成蟲一生交尾多次,至少在 2 次以上,如在飼養的 12 對成蟲中,一般交尾即達 2 次,其中有一對 3 次。但在很多天內,因為其他原因沒有經常觀察,致飼養的成蟲不能作為最可靠的資料。而由已知成蟲交尾 2 次 3 次以及在間隔第一次交尾 20 天后,仍發現有一雌蟲作期待交尾的姿勢,因此可推測為多次。從已有資料看來,各次間隔天數概無一定,可以概括認為集中在成蟲生育階段的中期以前。

至於產卵各日的分布也不均勻,連續產或間息產、有多有少,不過從整個生育期看來,各產卵高峰之間必隔一定時日。卵的形成在腹部腹面很容易看到,一羽化不久的成蟲由腹面透視,最初可見腹內充滿白色脂肪,僅在腹末兩節中部脂肪體較少、色暗。但漸漸在腹末缺少脂肪部位的兩側現出卵粒,而後向前發展,推及全面,此時即近產卵期,也可說在產卵之前可見滿腹皆卵。卵多量產出之後,腹部前方兩側及腹綫部分便又現出空檔,此時產卵量顯著減少,甚至不產,數日後當補充了營養又再次見到腹部為卵所充滿,即出現第 2 次產卵高峰,如是進展下去,直至最後一次低潮,產完最後一卵而死。但一般高峰僅出現 2 次,亦有 3 次者,在初期及後期產卵皆少,卵一旦產完雌蟲便行死去。如以 5 號雌蟲為例:6 月 12 日羽化,與 3 只來自野外的雄蟲合飼,6 月 20 日交尾;6 月 23 日發現腹內

充滿卵粒，并产卵 10 枚；6 月 24 日又产卵 10 枚，腹內卵粒不見，腹部前方兩側及中央現出空挡，夜又交尾；6 月 25 日产 3 卵；6 月 26 日在腹部前方兩側內除有大块脂肪层外，隱隱現出卵粒，产 2 枚；6 月 27 日腹內复又被不明显的卵粒所充塞，未产卵；6 月 29 日产 2 枚；6 月 30 日产 2 枚；7 月 1 日产卵 8 枚，腹內現出块状白斑不見卵粒；7 月 3 日产 2 卵；7 月 4 日—7 月 7 日未产卵，腹內出現白色脂肪体，卵不明显；7 月 8 日产 8 卵，又現花斑；7 月 9 日产 5 枚；7 月 10 日产 4 卵；7 月 12 日产 1 枚，腹部前方大部空竭，仅可隱見一些小卵；7 月 13 日产卵 1 枚；7 月 14 日产 5 卵；7 月 15 日产 2 卵；7 月 16 日雌虫死亡。

成虫产卵数多少不等，每一雌虫一生产卵概自 22—82 枚。据飼养的 12 对成虫考察，大多在 50—60 枚左右。此数当与食料、土壤湿度有关。而在飼养过程中曾有 9 对成虫，由于玻缸內土壤比較干燥，含水量約在 5—10% 之間，致使成虫虽早已滿腹是卵，因为环境不适宜而未产出，直至交尾后第 14 天噴上水分，使含水量达到 15% 左右，方才产卵，随着加水而形成产卵高峯。所以土壤干湿对成虫产卵也有很大的影响。

卵为散产，产卵深度多在 6 厘米上下，笔者曾作过試驗，采用飼育方法中所述的瓦缸进行飼育观察，放飼多对雌雄虫，并种植杂草，土壤湿润中等，检查結果如表 14。

表 14 成虫潜伏及产卵深度

土层深度(厘米)	草 棵 下 方		草 棵 四 周	
	成虫数	卵数(枚)	成虫数	卵数(枚)
1—3	多	6	少	无
3—6	多	43	較多	6
6—10	少	31	少	20
10—15	个别	5	个别	10
15—20	无	无	无	1

由此也可看出产卵場所与成虫白天潜伏处所有关，同样以草下为多，而在草根之外或因土近缸壁缺少隱蔽、土壤較干，因而成虫及卵皆較少，即有也比草下为深。

表 15 雌雄成虫寿命情况

性 别	編 号	羽 化 日 期	死 亡 日 期	寿 命	平 均
♂	1	4/Ⅶ	6/Ⅶ	32	30.8 日
	2	14/Ⅶ	20/Ⅶ	36	
	3	12/Ⅶ	15/Ⅶ	33	
	4	22/Ⅶ	14/Ⅷ	22	
♀	1	30/Ⅶ	24/Ⅶ	25	37.6 日
	2	3/Ⅶ	1/Ⅶ	28	
	3	31/Ⅶ	15/Ⅶ	45	
	4	14/Ⅶ	21/Ⅶ	37	
	5	12/Ⅶ	16/Ⅶ	34	
	6	9/Ⅶ	23/Ⅶ	44	
	7	8/Ⅶ	28/Ⅶ	50	

在产卵中偶而也曾見到个别卵粒即产于土表树叶下。也曾发现少数不正常的长形卵,此种卵粒經過精細培养,成活率仍然不高,在 12 卵中仅孵出幼虫 7 头,可能有些由于沒有充分成熟之故。此外在单飼的成虫中,3 号成虫在羽化后 21 天未經交尾产出 2 卵,此卵外形且正常,但虽經培养終因沒有受精迄未膨大,一週后卵色轉暗死去。

成虫寿命很长,可活一个多月,最长的达到 50 天。根据单飼 7 只雌虫 4 只雄虫观察,一般說雄虫寿命較短,雌虫較长,雄虫經過几次交尾后即行死去,雌虫当产完最后一卵才結束其生命。

六、生活史

生活史的研究,曾采取室內飼养与田間調查、实地观察,并佐助以誘虫灯管理,提供成虫发生資料。根据二年来的飼养、調查,四年的誘虫灯記錄,已查清了銅綠金龟子的生活史,可以肯定在安徽一年发生一代,以幼虫越冬。

从 1955、1956、1957、1958 四年誘虫灯所誘結果看来,成虫出現期最早始自 5 月下旬,終見于 8 月上旬,前后延綿最长达 80 天之久,而以 6 月中旬为其盛发为害猖獗期。其发生情况如表 16。

表 16 成 虫 發 生 情 况

年 份	初 見 期	盛 发 期	終 見 期	备 註
1955	9/VI		7/VII	本年成虫盛发期缺乏統計
1956	12/VI*	10/VI—20/VI	10/VII	* 6 月上旬經常下雨 5—11 日未开誘虫灯,可能实际发生日期要較早些,果园即自 6 号开始防治
1957	20/V	13/VI—24/VI	16/VII*	* 誘虫灯中終見期为 10/VII, 16/VII 为室內飼养成虫終見期
1958	30/V	10/VI—21/VI	29/VII*	* 29/VII 为室內飼养成虫終見期,誘虫灯仅点至 5/VII

卵的出現期和成虫期相仿,由成虫期向后順延即是。初現期乃为成虫羽化初期加上产卵前期,終見期则为成虫終見期加上卵期。不过在成虫初发期間,由于气温低,蟄伏、取食、交尾、产卵皆較盛发期为长,因而卵的出現期要較迟些。关于这一問題沒有进行实际考查,仅有 1957 年一点記載,是年成虫在誘虫灯中的終見期为 8 月 10 日,室內飼养的最后一只成虫的死亡日期是 8 月 16 日,8 月 20 日最后一卵孵化,結束了当年卵的出現期。

幼虫期很长,前后参差几乎全年皆可見到。据 1958 年田間調查,至 6 月 1 日还見到个别老熟幼虫,直到 6 月 11 日才行絕迹(在此 2 次之間沒有再行調查)。而在室內最后一只幼虫的化蛹日期是 6 月 20 日,但曾发现数只直至 7 月 15 日仍然沒有化蛹,当屬不正常現象不久死去。

幼虫全期共分 3 齡,除去少数以 2 齡过冬而外,絕大多数以 3 齡幼虫冬眠,来年 5 月化蛹。在此 3 齡間,且以第 3 齡齡期最长,几有 9 个月之久,1 齡与 2 齡不到一月,詳細情况見 1957—1958 年飼养結果,如表 18。

幼虫在飼养期中,由于不便逐日检查,一般要隔 10 天才检查一次,但在第 1 次脫皮預

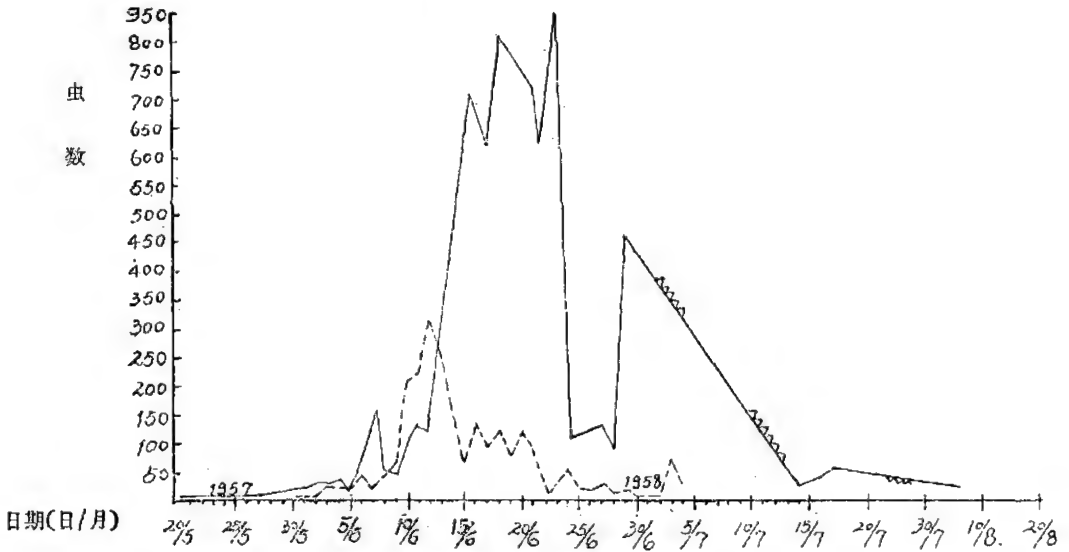


表 17 成虫發生情況

註: 為陰雨、停電等原因, 誘虫灯未開。

表 18 銅綠金龜子飼養結果 (1957—1958 年)

編號	產卵日期	孵化日期	第 1 次脫皮期	第 2 次脫皮期	化蛹期	備 註
A ₁	1/VII	12/VII	28/VII	24/VIII	24/V	
A ₂	1/VII	12/VII	2/VIII	2/IX	26/V	
A ₃	1/VII	12/VII	2/VIII			天 折
A ₄	1/VII	12/VII	2/VIII			天 折
A ₅	1/VII	12/VII	20/VIII	3/IX	19/V	在 8 月 8 日前後, 曾因環境不宜, 生長遲緩致影響第一次脫皮期
A ₇	1/VII	12/VII	2/VIII			天 折
A ₈	1/VII	12/VII	2/VIII	3/IX		天 折
B ₁	24/VI	5/VII	28/VII	24/VIII	18/V	天 折
B ₂	24/VI	5/VII	28/VII	12/IX	2/VI	
B ₃	24/VI	4/VII	24/VIII			8 月 8 日檢查發現不活潑, 當時換了新土此後好轉, 終于夭折
C	28/VI	9/VII	28/VII	3/IX	25/V	

計期間, 通常只隔 3—4 日, 因此表中所列第 1 次脫皮期較為接近實際, 第 2 次則較差。根據這一資料看來, 第 1 齡幼虫期概在 16—23 天, 大多為 20 天, 個別最長的達到 50 天, 可能由於環境不適宜之故。第 2 齡期較第 1 齡期為長, 自 13—35 天不等, 平均為 28 天。第 3 齡幼虫期則更長, 多在 265 天上下。

這一情況與野外調查也相符合, 1958 年 9 月 3 日獲得 3 只幼虫, 其中 1 只 3 齡, 2 只 2 齡; 至 10 月 5 日幾乎已全為 3 齡幼虫。

這裡也說明了銅綠金龜子絕大多數以 3 齡幼虫越冬, 僅個別為 2 齡。如 1957 年年底調查了 30 頭幼虫, 其中僅 1 只 2 齡, 其他皆是 3 齡。

蛹的出現期, 根據 1958 年室外調查: 5 月 12 日挖得幼虫 8 只, 無一化蛹; 5 月 20 日挖得 6 只幼虫、1 只蛹, 且在 6 只幼虫中有一幼虫已築蛹室進入前蛹期; 6 月 1 日挖得的 5 只中為 4 蛹 1 幼虫; 6 月 11 日調查則挖到成虫 10 只、蛹 4 只, 沒有見到幼虫; 至 6 月

16日再次挖掘时,仅发现5只蛹壳,成虫已迁移活动不见,只有一成虫潜伏于土表2.5厘米深处,同时在另一地点检查,获得尚未离开化蛹场所的成虫3只,一只蛹壳。从这些调查结果看来,在野外蛹期是出现在5月中下旬至6月中旬。至于室内则因环境条件的变更,在1958年最早一蛹见于5月9日,6月30日羽化出最后一只成虫,整个幅度要比室外为长,而达50天之久。不过从诱虫灯中成虫发生起迄日期看来,室内资料可作参考,因为成虫在早期羽化后可能由于天气较冷之故,一时并不出土活动,蛰伏期要比以后的为长,如5月9日化蛹之虫,成虫直至6月2日方爬出土面,5月11日化蛹的也同样如此,而5月23日化蛹、6月3日羽化的铜绿金龟子,5日便爬上土面活动。同时室内饲养最早化蛹的幼虫是4月份采自田间的老熟幼虫。如是说来,在自然情况下蛹期可能是5月上旬——6月下旬,而以5月底6月初为盛发期。

按照上列各虫期出现情况,可得出下列生活史式:

$$\frac{VI_a \cdot VIII_m - VI_m \cdot VI_m}{V_a \cdot VI_p + V_m \cdot VIII_m}$$

七、防治方法

铜绿金龟子在合肥地区仅以成虫期为害树木很严重,因而只针对防治成虫,进行了一些试验。

(一) 药剂防治

1957年在铜绿金龟子成虫大发生期间(6月10日),曾进行了多种药剂防治试验,经过情况及结果如下:

1. 方法 采取在20余亩的苹果园内,分区喷药试验,每区一处理。由于每一区有果树45株,自然条件相似,因此试验没有重复。喷药是采取一般大田防治药剂喷射的方式及用量,唯有在喷射666粉剂时,由于天气干燥曾先喷水后喷药,使药易于附着叶片。喷后每晚于11时前后,等待成虫已大量取食开始中毒时,每一处理选一适当果树,将树上树下已中毒或药效尚未发足的金龟子全部收集起来,带回室内继续饲养以新鲜无药树叶,逐日统计死亡情况,至第4天为止。

2. 处理

- (1) E605: 浓度1/8000(按有效成分计算),水144斤加原剂17cc;
- (2) E605: 浓度1/4000(按有效成分计算),水110斤加原剂29.5cc;
- (3) 1059: 浓度1/8000(按有效成分计算),水110斤加原剂13.75cc;
- (4) 1059: 浓度1/4000(按有效成分计算),水110斤加原剂27.5cc;
- (5) 666液用: 浓度γ6%可湿性666200倍液(按加水倍数计算),水200斤,药1斤;
- (6) 666粉用: 浓度0.5%γ666粉剂,喷散叶面药粉积留成一薄层;
- (7) DDT液用: 浓度25%二二三乳剂300倍液,水300斤,药液1斤;
- (8) DDT液用: 浓度25%二二三乳剂200倍液,水200斤,药液1斤;
- (9) 对照。

3. 结果 (见表19)

从这一结果可以说明在这4种药剂中,以二二三乳剂的防治效果最好,药效可维持一

表 19 藥 劑 防 治 成 虫 試 驗 結 果

藥效統計 日期 死亡 處理	第 1 天			第 2 天			第 3 天			第 4 天			第 5 天			第 6 天			第 7 天		
	捉虫	死虫	死亡率 %	捉虫	死虫	死亡率 %	捉虫	死虫	死亡率 %	捉虫	死虫	死亡率 %	捉虫	死虫	死亡率 %	捉虫	死虫	死亡率 %	捉虫	死虫	死亡率 %
(1) E605 (1/8000)	74	59	79.7	185	51	27.5	46	3	6.5	4	0	0	11	0	0						
(2) E605 (1/4000)	47	42	89.4	24	20	83.3	3	2	66.6	2	0	0	10	0	0						
(3) 1059 (1/8000)	43	13	30.23	40	3	7.5	8	6	75	11	0	0	25	0	0						
(4) 1059 (1/4000)	45	37	82.2	33	1	3.03	19	7	36.8	3	0	0	22	0	0						
(5) 6%/666 (200倍液)	102	70	68.6	11	3	27.3	32	4	12.5	—	—	—	4	0	0						
(6) 0.5%/666 (粉用)	8	6	75	11	2	22.2	1	1	100	1	0	0	68	1	1.5						
(7) 25%—三三 乳剂 (300倍液)	21	20	95.2	8	5	62.5	8	2	25	51	32	78.4	24	17	70.8	13	6	46.2			
(8) 25%—三三 乳剂 (200倍液)	65	65	100	1	1	100	11	11	100	58	56	96.6	59	56	94.9						
(9) 对照	36	0	0	54	0	0	28	0	0	73	0	0	61	2	3.3	26	1	3.8			

週左右,其他3种相当差,达到防治要求的毒力只有一天,到第2天的杀虫率便降低至30%以下,只有1/4000的E605液可起較大的杀虫作用3天。由此看来E605、1059、666对此种金龟子皆沒有防治应用价值。而根据几年来我院果园的实际防治經驗,也认为二二三乳剂可运用到实际防治中去,但为了更好地防止損害起見,应于成虫发生期中,每隔3—4天噴药一次,并且最好在晚間金龟子活动时间噴射,可以很快的杀死。据观察DDT对銅綠金龟子还带有一点忌避作用,噴过DDT的果树停息虫数較少。

为了防止众多的金龟子侵害果园林木,我們曾拟使用忌避剂,并做了下列一些对其他金龟子、昆虫有效的药剂試驗:

1. 波尔多砷酸鈣液:硫酸銅6克、生石灰6克、水750 cc、砷酸鈣4克;
2. 明矾液:明矾7克、生石灰18克、水750 cc;
3. 蓖麻油乳剂:蓖麻油3 cc、肥皂1.5克、石鹼2.4克、水750 cc。

以上各剂于1958年6月15日配制后分別噴于1—2株虫子出入最多的苹果树上,当晚实地观察,結果皆无作用,侵害的虫口数量不低于其他苹果树。

(二) 薰烟防治

1957年6月13日,在果园苗圃內曾进行了薰烟防治試驗,結果效果良好。是晚7时40分左右,当成虫开始侵入苗圃或飞上寄主为害期間,先用草把点火后盖麦芒悶火薰烟,在2亩多地的田头上风共堆設了寬2尺的长形草堆4个,致使整个苗圃烟雾弥漫,結果当天金龟子沒有侵入,早期飞来并在交尾的一小部分金龟子也陸續被烟薰走,至8时5分检查已被驅除一光。

根据以上試驗,薰烟是可以作为防治方法之一,用来防止銅綠金龟子侵入为害。而在成虫盛发期的傍晚,自7时半至8时半成虫飞迁活动期間,采用青草、枯草或其他杂物堆起薰烟,使果园、林木整个沉浸于烟雾里,可以制止金龟子飞入,或驅除离开,这一方法要比噴药、人工捕捉节省人力、节约药品及費用。不过薰烟也有它的缺点,在无风之日烟径直上升冲向天空,风大之时易被吹散。在这些情况下唯有多設烟堆以弥补。同时一般在大风时成虫很少出土活动。而这些問題在树龄較大,枝干相接的果园中,利用树冠自然郁閉也易于解决。

(三) 人工捕捉

此为无法中的防治办法,适用于矮小的苗木幼树。每晚可在成虫活动期間徒手捕捉,用手順着枝叶向尖梢抹,抹下的金龟子放入可密封的容器中,集中毁灭。幼树甚至可用麻袋自上套下,抖落于袋內,加以集中消除。也可提一灯笼猛然震动树木枝干,利用金龟子的伪死性,用脚把墜落地面的金龟子踏死,灯笼一方面可以照明,另一方面未及踏死的虫体由于見到灯光,会在灯火四周低飞盘旋,还可借碰撞灯罩跌倒地面的时机踩杀。过去我院果园即利用人工防治,每年捕捉掉成百斤的金龟子,基本上保护了苹果树的被害。

(四) 火堆誘杀

夜晚8时以后,当成虫交尾結束趋向灯火时,在田边地头空隙地上,每隔30—50米燃烧一堆烈火,可以誘杀不少金龟子成虫,四周成虫会因火光引誘自投身死。如果在火堆誘杀的同时再輔助人为騷扰,提取竹竿至林木中打动枝干,惊扰栖息的虫子,效果当更为良好。我院林場苗圃即經常采用这一方法来保护苗木。

(五) 中耕曝卵

根據銅綠金龜子的卵粒在曝曬情況下或干熱環境中，很快便會失去生命的試驗結果，于可能條件下，在成蟲產卵期間經常中耕，可以消滅不少蟲卵，減少發生數量。中耕宜耕深 2 寸多，可每隔 7—10 天一次，共耕鋤 2—3 次。

此外幼蟲嗜好厩肥、垃圾、成蟲常趨往產卵，因而在成蟲產卵期間可設肥堆引誘成蟲產卵，以便集中消滅。當然另一方面在成蟲發生期間也得考慮施肥問題，避免成蟲趨集產卵、幼蟲危害作物。

最後為了消滅銅綠金龜子，還得使用綜合防治方法，如 666 毒谷、毒餌、毒土等以消滅幼蟲。同時預期地研究在田園實行三三制以後，在廣大的林木栽培區內，如何消滅此種害蟲也是完全必要的。

摘 要

1. 銅綠金龜子屬鞘翅目、金龜子總科、麗金龜子科 Rutelidae，學名 *Anomala corpulenta* Motschulsky。

2. 此蟲在安徽各地幾乎皆有分布。合肥地區主要以成蟲為害蘋果、楓楊、白楊等樹葉，損害猛烈，每年必須加以防治，否則將被傾食一光，影響生長、減少果產。

3. 銅綠金龜子一年發生一代，以幼蟲越冬。次年 5 月上中旬開始化蛹。成蟲盛發期在 6 月中旬，但前後延綿近 3 月之久。孵化的幼蟲經 2 次脫皮，于 9 月生長成 3 齡，即以 3 齡幼蟲潛伏于表土下 6 寸左右深處越冬。

4. 成蟲白天潛伏于表土內，傍晚太陽下山開始活動，7 時半左右光線減弱至 60 米燭光以下便飛往寄主上交尾，交尾時間長達半小時。8 時以後開始取食，直至黎明 4 時半方才飛回土中，日出時已絕迹。成蟲壽命很長，可活一個多月。一生交尾多次。卵分期產出，散产于表土 6 厘米上下深處。每一雌蟲一生可產卵 50—60 枚。成蟲有偽死性，晚 8 時 10 分以後交尾活動已過，開始有趨向燈火的習性。

5. 卵期一般為 9 天多，孵化過程中有吸水膨大的現象，胚胎發育與土壤濕度有密切關係，在土壤含水量 10%—30% 之間可以正常生長，低于 10% 便干癟而死，高于 30% 終會腐爛，但是干燥致使卵殼癟凹沒有超過一半時，如遇適宜環境仍可恢復生長，在水中浸泡 5 晝夜撈起之卵仍然可以孵出幼蟲，甚至浸上 22 天少數還沒有死去。卵在溫度 36.6℃ 的情況下，曝曬 14 分鐘便會全部死亡，即使背蔭也只需 20 分鐘。

6. 幼蟲在天暖時生活于表土 2 寸上下範圍內，下霜後便開始鑽入深層 6 寸處潛伏冬眠。幼蟲共 3 齡，其中 1、2 齡齡期較短，分別在 20、30 天左右，第 3 齡長近 9 月。幼蟲老熟後潛入 5 寸的表土下作土室化蛹，蛹經 10 天羽化。在蛹期內可根據腹末腹面凸、平外形鑑別出雌雄兩性。

7. 藥劑防治成蟲曾採用 DDT、666、E605、E1059 等 4 種農藥，不同濃度的 9 個處理進行試驗，結果表明 DDT 藥效最好，能維持一週左右，可用在生產上推廣。防治時 25% 二二三乳劑稀釋 200—300 倍，最好于傍晚成蟲活動時噴射于蟲體、寄主上。每隔 3—4 天噴射一次，共 3—4 次。其他藥劑除去 1/4000 濃度的 E605 而外，僅有一天效用，第 2 天殺蟲率便降低至 30% 以下。E605 有效成分 1/4000 液，在第 3 天成蟲食後死亡率為 66%。

8. 其他药剂曾用波尔多砷酸钙液、明矾液、蓖麻油乳剂等进行了试验, 结果无效。防治成虫的其他措施, 可采用熏烟法、人工捕捉法及火堆诱杀法, 这些皆有良好效果, 能起保护树叶不遭受损害的作用。成虫产卵期间中耕暴卵也是消灭减少数量的方法之一。

9. 鉴于铜绿金龟子发生地广阔, 成虫发生期集中, 常大量趋食某一寄主, 食量大, 为害猛烈, 因而在今后为防治成虫, 很好的保护果木、节省劳力、巧战、应研究忌避剂, 当然速及幼虫在内, 还必须采用综合防治法来消灭此虫, 而及早注意到实现三三制后, 如何在广大的林木、休闲地内消灭此虫, 更属必要。

A STUDY ON *ANOMALA CORPULENTA* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: RUTELIDAE)

KUOH, J. L. AND CHANG, H. G.

(Anhui Agricultural College)

Anomala corpulenta Motschulsky is an important insect pest of *Malus prunifolia*, *Pterocarya stenoptera*, etc. in Anhwei. The adult infests the leaf, causing a considerable damage to the plant.

The life cycle of this scarabaeid requires 1 year for its completion. The larvae overwinter. The larval period lasts as much as 310 days. The eggs hatch in 9 days. The length of the pupal stage is 10 days. The life of the adult is about 37 days for the female and 30 days for the male. The adults appear mostly in June.

The adult beetles become active when the light is lower than 60 lux at 7:30 at night, they leave the soil and go to host plant. The act of mating takes place from 7:30 to 8:00. As a rule, the copulation time is about 30 minutes. After copulation, both the male and the female start feeding on the leaf, and then retire to the soil at dawn. From 2 to 3 days after mating, the female beetle begins to oviposit. A maximum of 82, and a minimum of 22, with an average of 50—60 eggs, are laid in the soil about 6 cm. below the surface.

Experiment in which 350 eggs were reared in the soil of various water contents: 0, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% and 40%, showed that the soil water content ranging from 10% to 30% seems to be the most suitable for egg hatching, higher or lower than 30% or 10%. The egg will decay or become desiccated.

The larvae search food 7 cm. below the surface. Feeding continues throughout the season of the first year to November, when they burrow deeply into the ground from 15 to 21 cm for hibernation. In the next spring, they come up again to the surface at the end of March and continue to feed upon the roots, causing severe damages. The larval stage possesses three instars. The mature larvae work their way down, and form oval-shaped pupal chambers at a depth from 10.2 cm to 22.5 cm.

Results of the field experiments for the control of this scarabaeid with DDT, 666, E605 and E1059, indicated that spraying with 25% DDT emulsion on the foliage was most effective in controlling the adult beetles. Supplementary measures are: hand collecting, light trapping, and smoking.

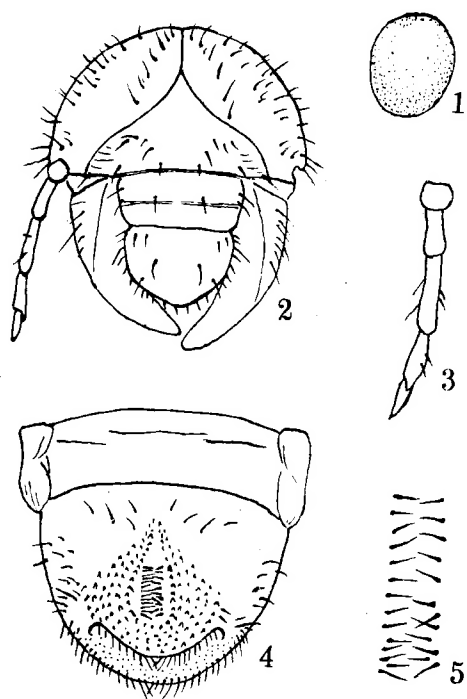


圖 1

1. 卵的外形； 2. 幼虫头部(正面觀)；
3. 幼虫觸角； 4. 幼虫胴部末節(腹面觀)；
5. 幼虫的肛毛列。



圖 4 蛹 外 形

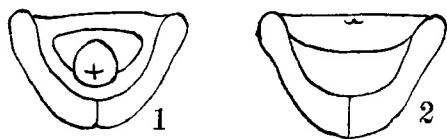


圖 2

1. 雄蛹體末腹面； 2. 雌蛹體末腹面。



圖 3 幼 虫 外 形



圖 5 成 虫 外 形



圖 6 成 虫 外 形



圖 7 幼 虫 蜷 伏 狀

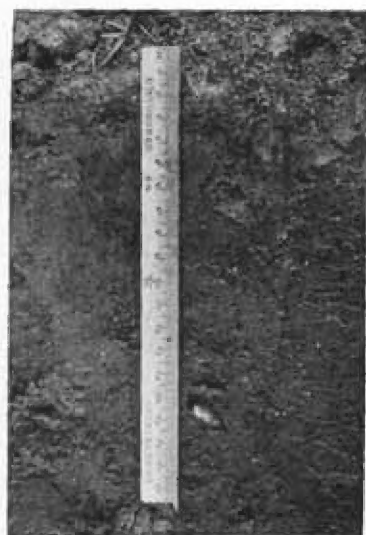


圖 8 蛹化情況



圖 6 前蛹態

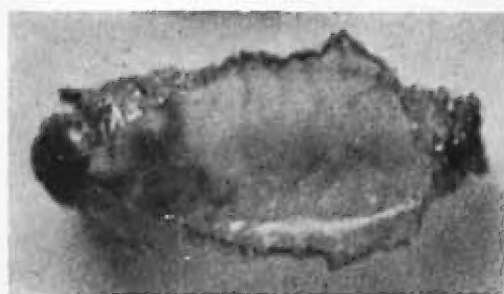


圖 10 蛹外皮壳



圖 11 蛹 態



圖 12 成虫交尾狀



圖 13 成虫為害楓楊狀